

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-083409
 (43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl. G02B 13/00

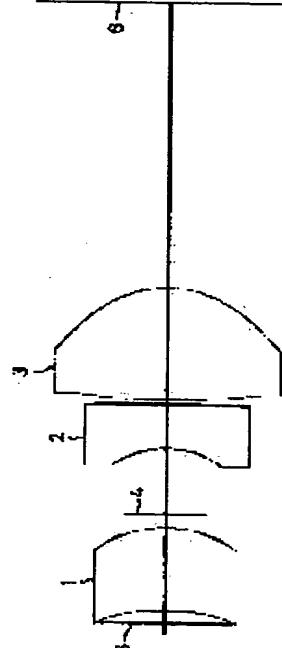
(21)Application number : 11-255581 (71)Applicant : ENPLAS CORP
 (22)Date of filing : 09.09.1999 (72)Inventor : SAITO TOMOHIRO
 KANEKO ISAMU

(54) IMAGE PICKUP LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image pickup lens which is constituted so that desired optical performance can be maintained, a back focus distance can be sufficiently secured, a high telecentric property can be secured and respective aberrations can be excellently corrected and which can be easily manufactured.

SOLUTION: This image pickup lens is constituted by arraying a 1st positive-power lens 1 whose concave surface is formed at an object side near an optical axis, a 2nd negative-power lens 2 and a 3rd positive-power lens 3 in turn from the object side. At least the 1st surface of the lens 2 positioned at the object side out of the respective lenses 1, 2 and 3 is formed to be aspherical. Then, a diaphragm 4 is disposed between the lenses 1 and 2 and arranged at the more object side than a central point between the lenses 1 and 2. Besides, a light quantity regulating plate 5 is disposed at the 1st surface side of the lens 1. Then, a CCD being as the imaging device is mounted at the 2nd surface side of the lens 3 so that the image pickup surface 6 of the CCD is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-83409

(P2001-83409A)

(43)公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 13/00

識別記号

F I

G 0 2 B 13/00

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全13頁)

(21)出願番号 特願平11-255581

(22)出願日 平成11年9月9日 (1999.9.9)

(71)出願人 000208765

株式会社エンプラス

埼玉県川口市並木2丁目30番1号

(72)発明者 斎藤 共啓

埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式会
社エンプラス内

(72)発明者 金子 勇

埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式会
社エンプラス内

(74)代理人 100081282

弁理士 中尾 俊輔 (外2名)

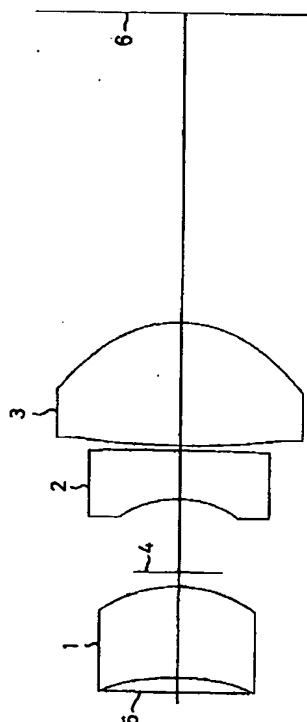
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像レンズ

(57)【要約】

【課題】 所望の光学性能を維持するとともに、バックフォーカス距離を十分に確保することができるとともに、高いテレセントリック性を確保することができ、しかも、各収差を良好に補正することができ、容易に製造すること。

【解決手段】 物体側から、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つ第1レンズ1と、絞り4と、負のパワーを持つ第2レンズ2と、正のパワーを持つ第3レンズ3とを順次配列したことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つ第1レンズと、絞りと、負のパワーを持つ第2レンズと、正のパワーを持つ第3レンズとを順次配列したことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項2】 前記第1レンズは、

$$|r_1| \leq f_1$$

ただし、

r_1 : 第1レンズの物体側の面（第1面）の中心曲率半径

f_1 : 光学系全体の焦点距離

の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

【請求項3】 前記第1レンズと第2レンズとの間の中間地点より第1レンズ寄りに前記絞りを配設したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

【請求項4】 少なくとも前記第2レンズの第1面を非球面形状に形成したことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の撮像レンズ。

【請求項5】 前記第2レンズを光軸近傍において物体側に凹面が形成された負のパワーを持つレンズとしたことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の撮像レンズ。

【請求項6】 前記第2レンズを光軸近傍において物体側に凸面が形成された負のパワーを持つレンズとしたことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の撮像レンズ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は撮像レンズに係り、特に携帯型のコンピュータやテレビ電話等に搭載されるCCD、CMOS等の固体撮像素子を利用した撮像装置（例えば、画像取込み用のCCDカメラ）に用いられ、広い画角を確保するとともに、小型軽量化を図ることを可能とした3枚レンズ構成の撮像レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、マルチメディアの進展が著しく、例えば、携帯型のコンピュータやテレビ電話等に搭載するためのCCD、CMOS等の撮像素子を利用したカメラ、例えば、CCDカメラの需要が著しく高まっている。このようなCCDカメラは、限られた設置スペースに搭載する必要があることから、小型であり、かつ、軽量であることが望まれている。そのため、このようなCCDカメラに用いられる撮像レンズも、同様に、小型軽量であることが要求されている。

【0003】 このような撮像レンズとしては、従来から、1枚のレンズを用いた1枚構成のレンズ系や2枚のレンズを用いた2枚構成のレンズ系が用いられている。

【0004】 しかしながら、これらのものは、レンズ系の小型軽量化には極めて有利であるものの、近年、撮像レンズに要求される高画質、高解像度化には適していないという問題がある。

【0005】 そのため、従来から、3枚のレンズを用いた3枚構成のレンズ系を用い、これにより、高画質、高解像度化に対応することが行なわれている。

【0006】 このような3枚構成のレンズ系は、銀塗写真カメラの分野においては長い歴史があり、種々の構成の光学系レンズが開発されてきている。

【0007】 しかしながら、銀塗写真カメラにおけるレンズ系は、レンズ径が大きく、しかも、焦点距離が長いことから、これをそのままの形状で縮小して撮像素子用の撮像レンズとして適用したとしても、レンズの中心厚やフランジ部分が極端に薄くなってしまったり、射出瞳が像面に近くなりすぎたり、バックフォーカス距離が短くなってしまう等の多くの不具合が生じ、そのまま適用することは不可能であった。

【0008】 そのため、従来から、撮像素子専用の3枚構成の撮像レンズが開発されており、このような撮像レンズとして、例えば、物体側から、この物体側の第1面を凸面に形成してなる負のパワーを持つレンズ、負のパワーを持つレンズ、正のパワーを持つレンズを順次配列したものがある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このような従来の撮像レンズにおいては、第1レンズの第1面を凸面に形成しているので、バックフォーカス距離を大きく確保することができず、色収差を中心とする各収差を適正に補正することができず、さらに、像面から射出瞳までの距離を大きく確保することが困難であり、テレセントリック性を確保することができないという問題を有している。

【0010】 本発明は前記した点に鑑みてなされたもので、広い画角を確保し、所望の光学性能を維持しつつ、バックフォーカス距離を十分に確保することができるとともに、高いテレセントリック性を確保することができ、しかも、各収差を良好に補正することができ、容易に製造することのできる撮像レンズを提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため請求項1に記載の発明に係る撮像レンズは、物体側から、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つ第1レンズと、絞りと、負のパワーを持つ第2レンズと、正のパワーを持つ第3レンズとを順次配列したことを特徴とするものである。

【0012】 この請求項1に記載の発明によれば、第1レンズを、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つレンズとしているので、所望の光学性

能を維持するとともに、広い画角を確保しつつ、バックフォーカス距離を十分に確保することができるとともに、像面から射出瞳までの距離を確保して高いテレセントリック性を確保することができ、しかも、光学系全体の小型化を図ることができ、容易に製造することができる。また、絞りを第1レンズと第2レンズとの間に配置することにより、絞りを第1レンズより物体側に配置する場合に比較して、フレア等の原因となる軸外光束の不要光を効果的に補正、除去することができる。

【0013】また、請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記第1レンズの物体側の第1面の中心曲率半径 $|r_1|$ が、光学系全体の焦点距離 f_1 以下であることを特徴とするものである。

【0014】この請求項2に記載の発明によれば、前記条件を満足することにより、バックフォーカス距離を大きく確保することができるとともに、光学系全体の小型化を図りつつ、より一層の広画角化、短焦点化を実現することができる。

【0015】請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2において、前記第1レンズと第2レンズとの間の中間地点より第1レンズ寄りに前記絞りを配設したことを特徴とするものである。

【0016】この請求項3に記載の発明によれば、絞りを前記の位置に配設するよう正在しているので、撮像面から射出瞳までの距離を十分に確保しつつ、各レンズ、特に第3レンズの大型化を防止することができる。

【0017】また、請求項4に記載の発明は、請求項1において、少なくとも前記第2レンズの第1面を非球面形状に形成したことを特徴とするものである。

【0018】この請求項4に記載の発明によれば、第2レンズの物体側の第1面を非球面形状に形成するよう正在しているので、この第2レンズにより効果的に各収差の補正を行なうことができる。

【0019】請求項5に記載の発明は、請求項1または請求項2において、前記第2レンズを光軸近傍において物体側に凹面が形成された負のパワーを持つレンズとしたことを特徴とするものである。

【0020】この請求項5に記載の発明によれば、第2レンズの物体側の面（第1面）を凹面としているので、軸上色収差を中心とした各収差を良好に補正することができ、光学系の全長を短くしつつ、射出瞳位置を像面側から遠くすることができ、高いテレセントリック性を確

$$(1) 0.5 f_1 \leq B_f \leq 1.2 f_1$$

ただし、 f_1 は光学系全体の焦点距離、 B_f はバックフォーカス距離である。

【0030】この式（1）において、バックフォーカス距離 B_f が $0.5 f_1$ より小さく、各種フィルタ等を挿入することができなくなり、バックフォーカス距離 B_f が $1.2 f_1$ より大きいと、光学系全体が大型化してしまうためである。

保することができる。さらに、第2レンズを偏心に対して強くすることができ、容易に製造することができる。

【0021】また、請求項6に記載の発明は、請求項1から請求項4のいずれかにおいて、前記第2レンズを光軸近傍において物体側に凸面が形成された負のパワーを持つレンズとしたことを特徴とするものである。

【0022】この請求項6に記載の発明によれば、第2レンズの物体側の面（第1面）を凸面としているので、この面を凹面とした場合に比較して、ある程度高いテレセントリック性を確保しながら、光学系全体のより一層の小型化を図ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図1から図11を参照して説明する。

【0024】図1は本発明に係る撮像レンズの基本構造を示したもので、本実施形態の撮像レンズは、物体側から、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つ第1レンズ1と、負のパワーを持つ第2レンズ2と、正のパワーを持つ第3レンズ3とを順次配列してなり、これら各第1レンズ1、第2レンズ2および第3レンズ3のうち、少なくとも前記第2レンズ2の物体側に位置する第1面が非球面形状に形成されている。

【0025】また、前記第1レンズ1と第2レンズ2との間には、絞り4が配設されており、本実施形態においては、前記絞り4は、第1レンズ1と第2レンズ2との間の中心点より物体側寄りに配置されている。

【0026】さらに、第1レンズ1の第1面側には、光量制限板5が配設されており、第3レンズ3の第2面側には、撮像素子としてのCCDが実装されている。なお、符号6は、CCDの撮像面を示している。

【0027】なお、図1には図示されていないが、CCDの撮像面6の保護等の目的で、第3レンズ3の第2面とCCDの撮像面6との間に、必要に応じてカバーガラスを配置する場合もある。また、カバーガラスに代えて、あるいはカバーガラスに加えてローパスフィルタ等を配置してもよい。

【0028】一般に、固体撮像素子用の光学系としては、バックフォーカス距離は、次の条件を満たすことが好ましいとされている。

【0029】

$$\text{好ましくは, } f_1 \leq B_f$$

【0031】本実施形態においては、前記第1レンズ1は、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つレンズとされており、これにより、前記式

（1）を満たすように、バックフォーカス距離を大きく確保することができるようになっている。

【0032】さらに、前記第1レンズ1は、次の条件を満たすようになっている。

$$(2) |r_1| \leq f_1$$

ただし、 r_1 は第1レンズ1の物体側の第1面の中心曲率半径、 f_1 は光学系全体の焦点距離である。

【0033】本実施形態において、前記式(2)は、バックフォーカス距離を大きく確保することができるとともに、光学系全体の小型化を図ることができるために条件であり、この式(2)を満足するように第1レンズ1の第1面の中心曲率半径を規定することにより、バックフォーカス距離を確保することができるとともに、広角化、短焦点化を図ることができる。

【0034】また、本実施形態においては、前記絞り4を第1レンズ1と第2レンズ2との間の中間地点より第1レンズ1寄りに配置するようにしているので、撮像面から射出瞳までの距離を十分に確保しつつ、各レンズ1, 2, 3、特に第3レンズ3の大型化を防止することができる。また、絞り4を第1レンズ1と第2レンズ2との間に配置することにより、絞り4を第1レンズ1より物体側に配置する場合に比較して、フレア等の原因となる軸外光束の不要光を効果的に補正、除去することができる。

【0035】さらに、本実施形態においては、前記第2レンズ2の物体側の第1面が非球面形状に形成されており、この第2レンズ2の第1面は、凹面、あるいは凸面のいずれであってもよい。このように、第2レンズ2の物体側の第1面を非球面形状に形成することにより、この第2レンズ2により効果的に各収差の補正を行なうことができる。

【0036】第2レンズ2の第1面を凹面とした場合には、軸上色収差を中心とした各収差を良好に補正することができ、光学系の全長を短くしつつ、射出瞳位置を像面側から遠くすることができ、高いテレセントリック性を確保することができる。さらに、第2レンズ2を偏心に対して強くすることができ、容易に製造することができる。

【0037】また、第2レンズ2の第1面を凸面とした場合には、この第1面を凹面とした場合に比較して、ある程度高いテレセントリック性を確保しながら、光学系全体のより一層の小型化を図ることができる。これは、第2レンズ2の第1面を凸面とすることにより、第3レンズ3の有効径を小さくすることが可能となり、これにより、光学系全体の小型化を図ることができるためである。

【0038】また、第1レンズ1の焦点距離 f_1 と光学系全体の焦点距離 f_1 とは、次の条件を満たすようにな

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n_d	アッベ数 v_d
1 (光量制限板)	0.000	0.2500		
2 (第1レンズ第1面)	-3.936	1.5000	1.52	56.0
3 (第1レンズ第2面)	-1.954	0.2300		

っている。

$$(3) f_1 < f_1$$

このような関係としておけば、撮像レンズとしての実用上十分なバックフォーカス距離を確保することができる。

【0039】したがって、本実施形態においては、前記各レンズ1, 2, 3を上述したように構成することにより、所望の光学性能を維持しながら、バックフォーカス距離を十分に確保することができるとともに、像面から射出瞳までの距離を確保して高いテレセントリック性を確保することができ、しかも、光学系全体の小型化を図ることができ、容易に製造することができる。

【0040】なお、本実施形態における光学系は、像面の対角長を10mm以下とした広角光学系に極めて好適である。

$$(0041)$$

【実施例】次に、本発明の実施例について図2から図11を参照して説明する。

【0042】ここで、本実施例において、 f_1 は光学系全体の焦点距離、 f_1 は第1レンズ1の焦点距離、 f_2 は第2レンズ2の焦点距離、 f_3 は第3レンズ3の焦点距離、 F はFナンバー、 2ω は対角画角、 r は各レンズ面の曲率半径、 d はレンズ厚または空気間隔、 n_d は屈折率、 v_d はアッベ数を示す。

【0043】また、レンズの非球面の形状は、光軸方向にZ軸、光軸からの高さをxとし、光の進行方向を正とし、 k 、 a 、 b 、 c を非球面係数としたとき次式で表している。

$$(0044)$$

$$(0045)$$

$$Z = \frac{\frac{x^2}{r}}{1 + \sqrt{1 - (k+1)\frac{x^2}{r^2}}} + ax^4 + bx^6 + cx^8$$

【0045】<実施例1>図2は本発明の第1実施例を示したもので、この第1実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズであり、本実施例においては、第1レンズ1および第3レンズ3をノルボネン系の樹脂材料により、また、第2レンズ2をフルオレン系の樹脂材料により形成するとともに、第2レンズ2の物体側の面を凹面に形成するようにしたものである。この第1実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

$$(0046)$$

$$f_1 = 4.506\text{ mm}, F = 3.50, 2\omega = 54.6^\circ, f_1 = 5.95\text{ m}$$

4 (絞り)	0.000	1.2000		
5 (第2レンズ第1面)	-1.635	0.8000	1.62	24.0
6 (第2レンズ第2面)	-42.103	0.0800		
7 (第3レンズ第1面)	13.973	2.0400	1.52	56.0
8 (第3レンズ第2面)	-1.742	5.1608		
9 (CCD面)				
k	a	b		
2 -1.796771e+001	-5.398394e-002	9.428788e-003		
5 -2.935990e+000	-1.027686e-001	-1.128442e-002		
7 0.000000e+000	3.532775e-003	-5.881568e-004		
8 -1.753994e+000	-2.192258e-002	3.061948e-004		
c				
2 -8.591703e-003				
5 0.000000e+000				
7 0.000000e+000				
8 0.000000e+000				

このような条件の下で、 $f_1/B_f = 0.873$ となり、各種フィルタ等を挿入するのに十分なバックフォーカス距離を確保することができるものであった。

【0047】また、第1レンズの物体側の面(第1面)の曲率半径 r_1 は-3.936、光学系全体の焦点距離 f_1 は4.506であり、前記(2)式を満足するものであった。

【0048】この第1実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図3に示す。

【0049】この収差図によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分

な光学特性を得ることができることがわかる。

＜実施例2＞図4は本発明の第2実施例を示したもので、この第2実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズであり、本実施例においては、実施例1のものに代えて第1レンズ1および第3レンズ3をより安価な樹脂であるPMMAにより形成するとともに、第2レンズ2の物体側の面(第1面)を凹面に形成するようにしたのである。この第2実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0050】

$$f_1 = 4.505 \text{ mm}, F = 3.50, 2\omega = 53.3^\circ, f_1 = 5.96 \text{ m}$$

$$m, f_2 = -2.93 \text{ mm}, f_3 = 3.21 \text{ mm}$$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n_d	アッベ数 v_d
1 (光量制限板)	0.000	0.2500		
2 (第1レンズ第1面)	-4.109	1.5000	1.49	58.0
3 (第1レンズ第2面)	-1.917	0.2300		
4 (絞り)	0.000	1.2000		
5 (第2レンズ第1面)	-1.616	0.8000	1.62	24.0
6 (第2レンズ第2面)	-17.585	0.0800		
7 (第3レンズ第1面)	15.151	2.0400	1.49	58.0
8 (第3レンズ第2面)	-1.686	5.0366		
9 (CCD面)				
k	a	b		
2 -1.488005e+001	-4.713769e-002	4.657617e-003		
5 -3.060141e+000	-1.089046e-001	-8.247121e-003		
7 0.000000e+000	4.334023e-003	-7.377534e-004		
8 -1.511785e+000	-1.830150e-002	1.897080e-006		

7	0.000000e+000
8	0.000000e+000

このような条件下で、 $f_1/B_f = 0.894$ となり、各種フィルタ等を挿入するのに十分なバックフォーカス距離を確保することができるものであった。

【0051】また、第1レンズの物体側の面（第1面）の曲率半径 r_1 は-4.109、光学系全体の焦点距離 f_1 は4.505であり、前記（2）式を満足するものであった。

【0052】この第2実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図5に示す。

【0053】この収差図によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分

$$f_1 = 4.504 \text{ mm}, F = 3.50, 2\omega = 53.9^\circ, f_1 = 6.14 \text{ m}$$

$$m, f_2 = -2.55 \text{ mm}, f_3 = 2.95 \text{ mm}$$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n_d	アッペ数 v_d
1 (光量制限板)	0.000	0.2500		
2 (第1レンズ第1面)	-4.043	1.5000	1.52	56.0
3 (第1レンズ第2面)	-2.005	0.2300		
4 (絞り)	0.000	1.2000		
5 (第2レンズ第1面)	-1.706	0.8000	1.62	24.0
6 (第2レンズ第2面)	24.905	0.0800		
7 (第3レンズ第1面)	7.066	2.0400	1.52	56.0
8 (第3レンズ第2面)	-1.761	5.1409		
9 (CCD面)				

k	a	b
2	-1.126944e+001	-3.986074e-002
5	-3.825061e+000	-1.080441e-001
7	0.000000e+000	-2.910279e-003
8	-1.082310e+000	-7.364571e-003

c
2
5
7
8

このような条件下で、 $f_1/B_f = 0.876$ となり、各種フィルタ等を挿入するのに十分なバックフォーカス距離を確保することができるものであった。

【0055】また、第1レンズの物体側の面（第1面）の曲率半径 r_1 は-4.043、光学系全体の焦点距離 f_1 は4.504であり、前記（2）式を満足するものであった。

【0056】この第3実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図7に示す。

【0057】この収差図によれば、球面収差、非点収

な光学特性を得ることができることがわかる。

＜実施例3＞図6は本発明の第3実施例を示したもので、この第3実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズであり、本実施例においては、各レンズ1, 2, 3の材質は実施例1のものと同様であり、第2レンズ2の物体側の面（第1面）を凹面に形成するとともに、第2レンズ2の像面側の面（第2面）も凹面に形成するようにしたるものである。この第3実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0054】

$$f_1 = 4.504 \text{ mm}, F = 3.50, 2\omega = 53.9^\circ, f_1 = 6.14 \text{ m}$$

$$m, f_2 = -2.55 \text{ mm}, f_3 = 2.95 \text{ mm}$$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n_d	アッペ数 v_d
1 (光量制限板)	0.000	0.2500		
2 (第1レンズ第1面)	-4.043	1.5000	1.52	56.0
3 (第1レンズ第2面)	-2.005	0.2300		
4 (絞り)	0.000	1.2000		
5 (第2レンズ第1面)	-1.706	0.8000	1.62	24.0
6 (第2レンズ第2面)	24.905	0.0800		
7 (第3レンズ第1面)	7.066	2.0400	1.52	56.0
8 (第3レンズ第2面)	-1.761	5.1409		
9 (CCD面)				

k	a	b
2	-1.126944e+001	-3.986074e-002
5	-3.825061e+000	-1.080441e-001
7	0.000000e+000	-2.910279e-003
8	-1.082310e+000	-7.364571e-003

c
2
5
7
8

このような条件下で、 $f_1/B_f = 0.876$ となり、十分な光学特性を得ることができることがわかる。

＜実施例4＞図8は本発明の第4実施例を示したもので、この第4実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズであり、本実施例においては、各レンズ1, 2, 3の材質は実施例1のものと同様であり、第2レンズ2の物体側の面（第1面）を凸面に形成するようにしたるものである。この第4実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0058】

$$f_1 = 4.601 \text{ mm}, F = 2.80, 2\omega = 54.9^\circ, f_1 = 10.34 \text{ m}$$

$$m, f_2 = -3.03 \text{ mm}, f_3 = 2.48 \text{ mm}$$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッペ数 ν d
1 (光量制限板)	0.000	0.1500		
2 (第1レンズ第1面)	-3.300	1.5000	1.52	56.0
3 (第1レンズ第2面)	-2.358	0.1000		
4 (絞り)	0.000	0.4250		
5 (第2レンズ第1面)	3.798	0.7500	1.62	24.0
6 (第2レンズ第2面)	1.162	0.2500		
7 (第3レンズ第1面)	2.456	1.1500	1.52	56.0
8 (第3レンズ第2面)	-2.254	4.8588		
9 (CCD面)				
	k	a	b	
2	3.997346e+000	5.679938e-002	-4.655795e-003	
3	-7.136375e+000	5.261960e-002	0.000000e+000	
5	-1.998324e+000	0.000000e+000	0.000000e+000	
6	-4.037446e+000	0.000000e+000	0.000000e+000	
7	-1.165261e+001	-1.692344e-002	7.483576e-003	
8	-2.900114e-001	-3.126908e-003	-4.650835e-004	
	c			
2	4.817045e-003			
3	0.000000e+000			
5	0.000000e+000			
6	0.000000e+000			
7	-1.174312e-003			
8	3.698844e-004			

このような条件の下で、 $f_1/B_f = 0.947$ となり、各種フィルタ等を挿入するのに十分なバックフォーカス距離を確保することができるものであった。

【0059】また、第1レンズの物体側の面(第1面)の曲率半径 r_1 は -3.300、光学系全体の焦点距離 f_1 は 4.601 であり、前記(2)式を満足するものであった。

【0060】この第4実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図9に示す。

【0061】この収差図によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分

$$f_1 = 4.613 \text{ mm}, F = 2.80, 2\omega = 53.4^\circ, f_1 = 12.10 \text{ mm}, f_2 = -2.85 \text{ mm}, f_3 = 2.36 \text{ mm}$$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッペ数 ν d
1 (光量制限板)	0.000	0.2500		
2 (第1レンズ第1面)	-3.035	1.5800	1.52	56.0
3 (第1レンズ第2面)	-2.407	0.0500		
4 (絞り)	0.000	0.6400		
5 (第2レンズ第1面)	3.063	0.8100	1.59	30.0
6 (第2レンズ第2面)	0.974	0.2400		
7 (第3レンズ第1面)	1.963	1.5300	1.52	56.0
8 (第3レンズ第2面)	-2.378	4.8391		
9 (CCD面)				

k

a

b

な光学特性を得ることができることがわかる。

＜実施例5＞図10は本発明の第5実施例を示したもので、この第5実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズであり、本実施例においては、第4実施例と同様に、第2レンズ2の物体側の面(第1面)を凸面に形成するとともに、この第2レンズ2をフルオレン系の樹脂材料に代えてポリカーボネートにより形成するようにしたものである。この第5実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0062】

2	1.260039e+000	5.567776e-002	-4.946849e-003
3	-6.682073e+000	4.630250e-002	0.000000e+000
5	-4.523719e+000	0.000000e+000	0.000000e+000
6	-3.153085e+000	0.000000e+000	0.000000e+000
7	-6.580165e+000	-2.089169e-002	1.778772e-002
8	-4.298040e-001	7.491390e-004	-9.743472e-004

	c
2	7.815582e-004
3	0.000000e+000
5	0.000000e+000
6	0.000000e+000
7	-3.035464e-003
8	1.367406e-003

このような条件の下で、 $f_1/B_f = 0.953$ となり、各種フィルタ等を挿入するのに十分なバックフォーカス距離を確保することができるものであった。

【0063】また、第1レンズの物体側の面（第1面）の曲率半径 r_1 は-3.035、光学系全体の焦点距離 f_1 は4.613であり、前記（2）式を満足するものであった。

【0064】この第5実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図11に示す。

【0065】この収差図によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができることがわかる。

【0066】なお、本発明は前記実施形態のものに限定されるものではなく、必要に応じて種々変更することができる。

【0067】

【発明の効果】以上述べたように請求項1に記載の発明に係る撮像レンズは、第1レンズを、光軸近傍において物体側に凹面が形成された正のパワーを持つレンズとしているので、所望の光学性能を維持するとともに広い画角を確保しつつ、バックフォーカス距離を十分に確保することができるとともに、像面から射出瞳までの距離を確保して高いテレセントリック性を確保することができ、しかも、光学系全体の小型化を図ることができ、容易に製造することができる。また、絞りを第1レンズと第2レンズとの間に配置することにより、絞りを第1レンズより物体側に配置する場合に比較して、フレア等の原因となる軸外光束の不要光を効果的に補正、除去することができる。

【0068】また、請求項2に記載の発明は、式の条件を満足することにより、バックフォーカス距離を大きく確保することができるとともに、光学系全体の小型化を図りつつ、より一層の広画角化、短焦点化を図ることができる。

【0069】請求項3に記載の発明は、絞りを第1レン

ズと第2レンズとの間の中間地点より第1レンズ寄りに配設するようとしているので、撮像面から射出瞳までの距離を十分に確保しつつ、各レンズ、特に第3レンズの大型化を防止することができる。

【0070】また、請求項4に記載の発明は、第2レンズの物体側の第1面を非球面形状に形成するようとしているので、この第2レンズにより効果的に各収差の補正を行なうことができる。

【0071】請求項5に記載の発明は、第2レンズの物体側の面（第1面）を凹面としているので、軸上色収差を中心とした各収差を良好に補正することができ、光学系の全長を短くしつつ、射出瞳位置を像面側から遠くすることができ、高いテレセントリック性を確保することができる。さらに、第2レンズを偏心に対して強くすることができ、容易に製造することができる。

【0072】また、請求項6に記載の発明は、第2レンズの物体側の面（第1面）を凸面としているので、この面を凹面とした場合に比較して、ある程度高いテレセントリック性を確保しながら、光学系全体のより一層の小型化を図ることができ等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る撮像レンズの実施の一形態を示す概略構成図

【図2】 本発明の撮像レンズの第1実施例を示す概略構成図

【図3】 図2の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図4】 本発明の撮像レンズの第2実施例を示す概略構成図

【図5】 図4の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図6】 本発明の撮像レンズの第3実施例を示す概略構成図

【図7】 図6の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図8】 本発明の撮像レンズの第4実施例を示す概略構成図

【図9】 図8の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

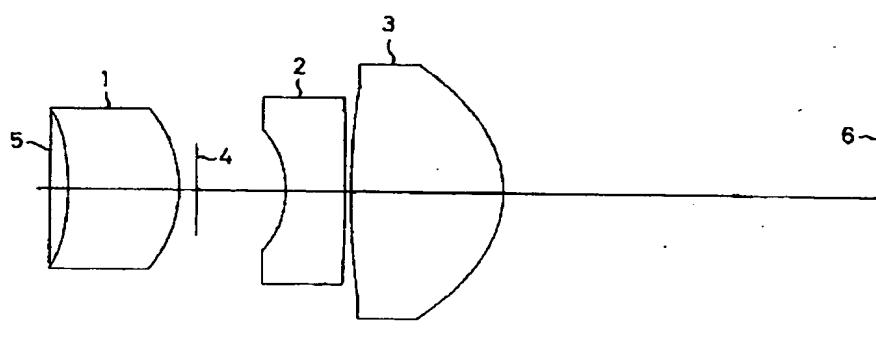
【図10】 本発明の撮像レンズの第5実施例を示す概略構成図

【図11】 図10の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

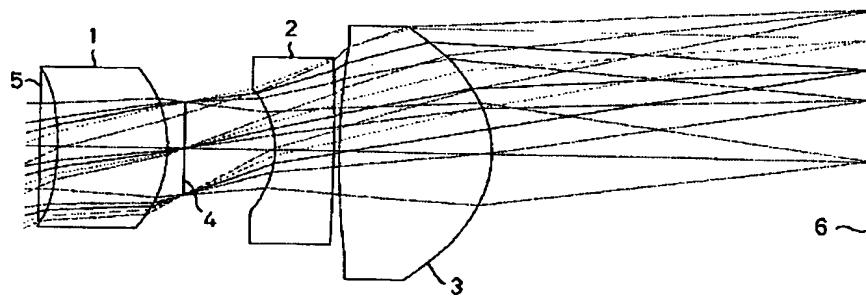
【符号の説明】

- 1 第1レンズ
- 2 第2レンズ
- 3 第3レンズ
- 4 絞り
- 5 光量制限板
- 6 CCDの撮像面

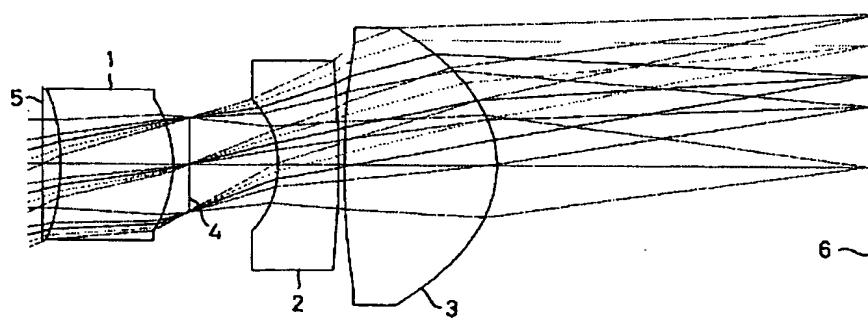
【図1】



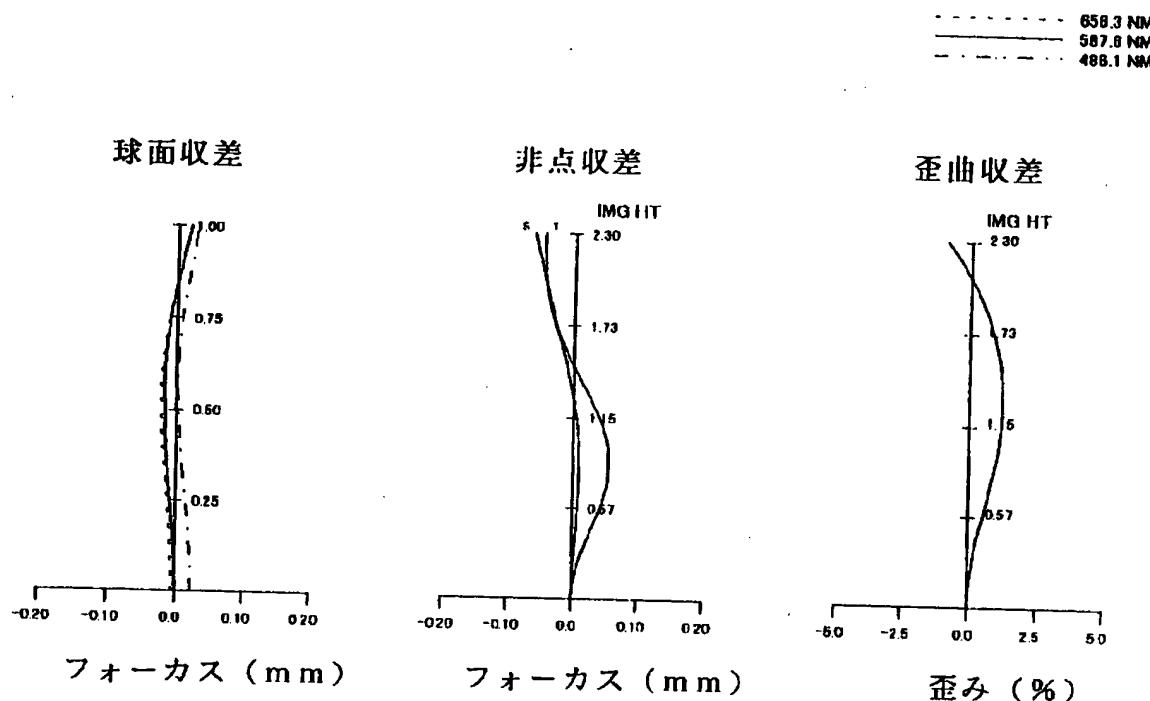
【図2】



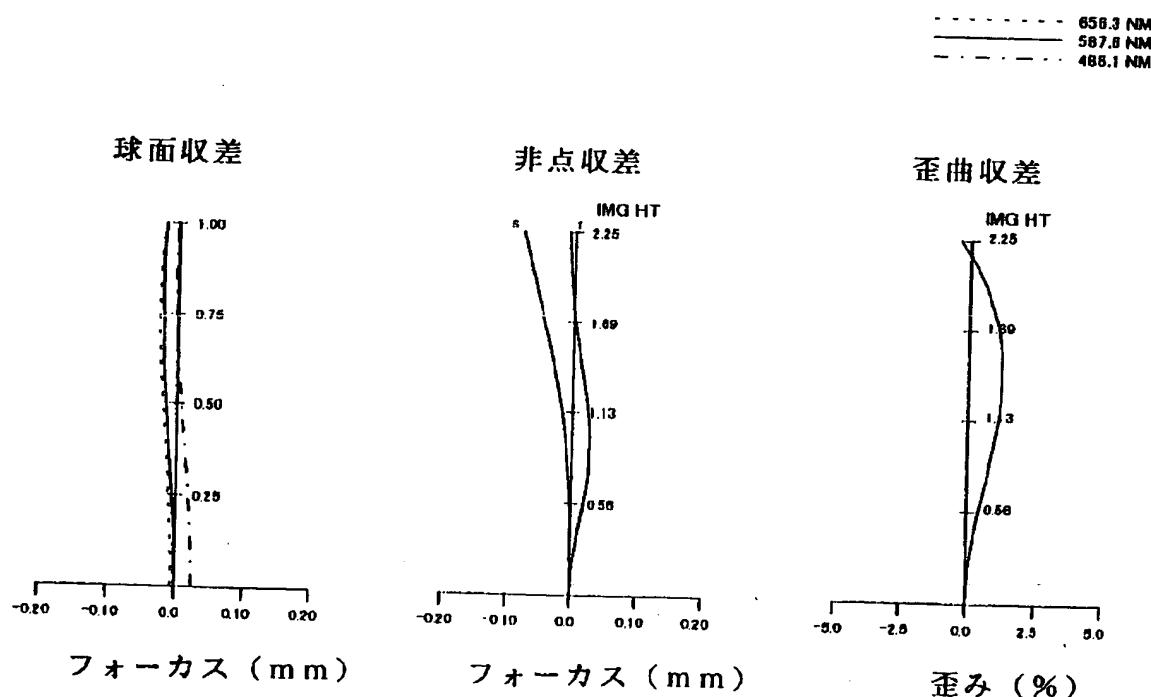
【図4】



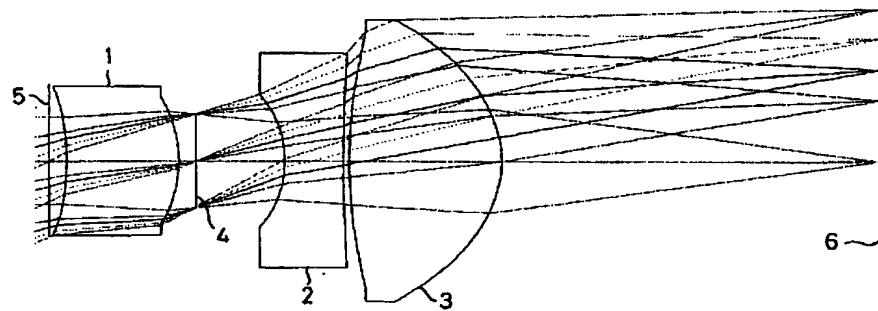
【図3】



【図5】

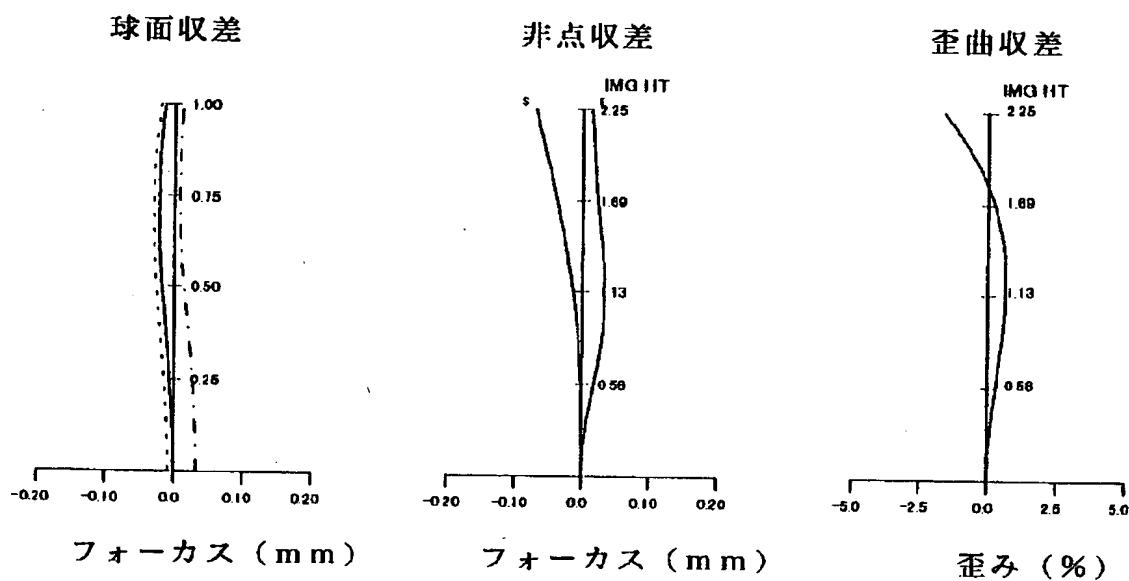


【図6】

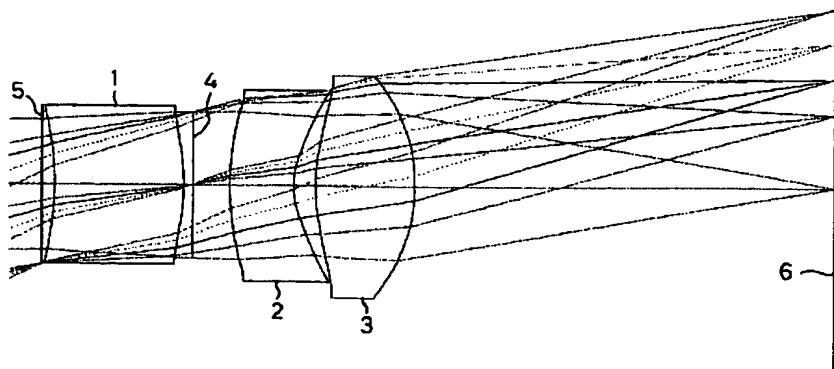


【図7】

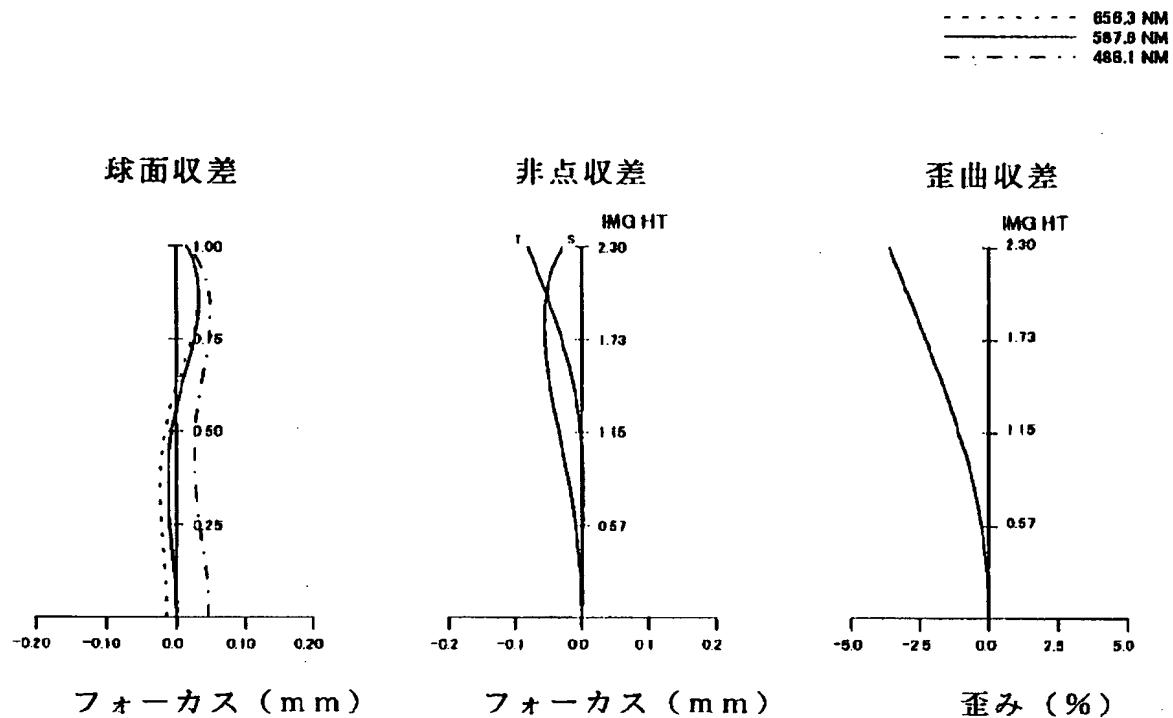
----- 656.3 NM
— 587.0 NM
- - - 486.1 NM



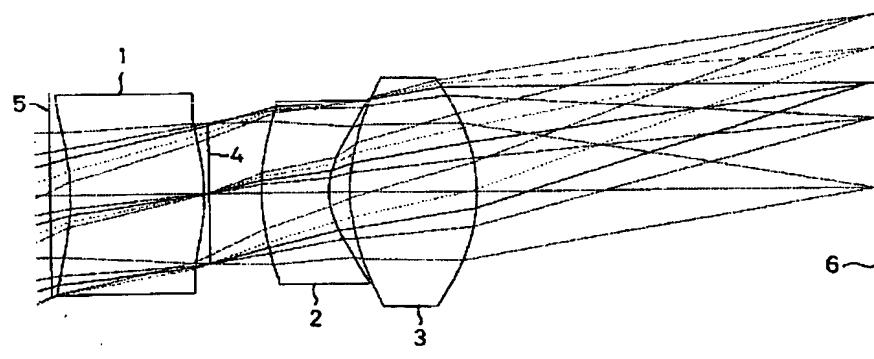
【図8】



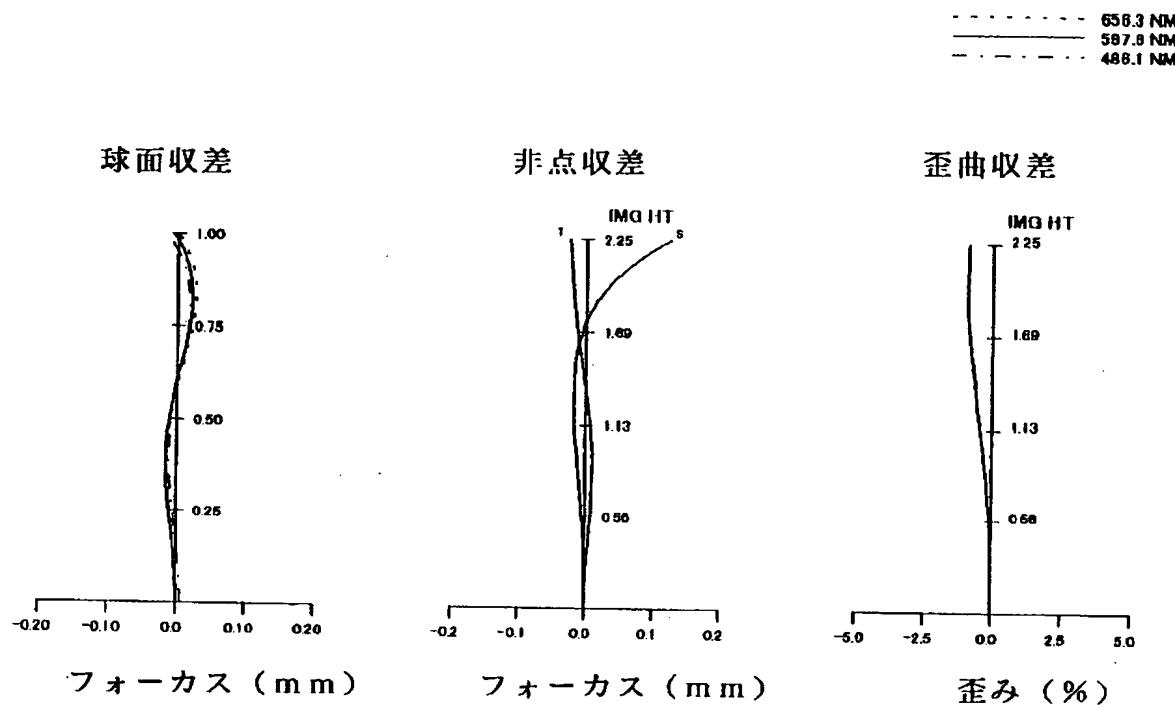
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 LA01 LA04 PA03 PA17
 PB03 QA03 QA12 QA22 QA25
 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12
 RA13 RA32 UA01

THIS PAGE BLANK (USPTO)